



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1743850 A1

(51)5 B 25 J 9/12

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4775400/08  
(22) 15.11.89  
(46) 30.06.92. Бюл. № 24  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) И.П.Филонов, А.А.Черкас, П.П.Анципович, Ю.Б.Герасимов и Л.В.Курч  
(53) 62-229.72(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 960006, кл. В 25 J 9/12, 1982.

(54) МАНИПУЛЯТОР

(57) Использование: автоматизация технологических процессов и складских работ в машиностроении. Сущность изобретения: манипулятор состоит из основания 1, установленной на нем поворотной стойки 6 в виде параллельных стержневых элементов, связанных стержнем, перпендикулярным к стержневому элементу, и механической руки 21 с приводами ее выдвигания, наклона

2

и поворота. Привод наклона механической руки 21 выполнен в виде двигателя, смонтированного на поворотной стойке 6 и кинематически связанного с механической рукой 21, а привод поворота механической руки 21 выполнен в виде основного 2 и дополнительного 13 двигателей, размещенных на основании 1, и планетарного редуктора, центральные зубчатые колеса 4, 5 которого образуют первый блок зубчатых колес, установленный на одном из стержневых элементов стойки и кинематически связанный с основным двигателем 2, причем сателлит планетарного редуктора выполнен в виде второго блока зубчатых колес 8, 7, установленного на другом стержневом элементе стойки и кинематически связан с дополнительным двигателем 13 посредством третьего блока зубчатых колес 9, 10, размещенного на валу первого блока. 1 ил.

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано при создании и разработке средств автоматизации технологических процессов и складских работ.

Известен манипулятор, содержащий вертикальную поворотную стойку, механическую руку с захватом и приводной электродвигатель.

Недостатком известного манипулятора является повышенные динамические нагрузки в узлах и звеньях манипулятора из-за громоздкости и сложности приводов.

Известен также манипулятор, содержащий вертикальную поворотную стойку, механическую руку с захватом и приводной электродвигатель.

Однако он обладает теми же недостатками.

Цель изобретения состоит в устранении упомянутых недостатков известных манипуляторов, а именно в расширении технологических возможностей и улучшении динамических характеристик.

Поставленная цель достигается тем, что манипулятор снабжен приводом наклона механической руки, двигатель которого смонтирован на стойке и кинематически связан с механической рукой, при этом стойка имеет параллельные стержневые элементы, а привод поворота механической руки выполнен в виде основного и дополнительного двигателей, размещенных на основании, и планетарного редуктора, центральные зубчатые колеса которого об-

(19) SU (11) 1743850 A1

разуют первый блок зубчатых колес, установленный на одном из стержней стойки и кинематически связанный с основным двигателем, причем сателлит планетарного редуктора выполнен в виде второго блока зубчатых колес, установленного на другом стержне стойки и кинематически связан с дополнительным двигателем посредством дополнительно введенного третьего блока зубчатых колес, размещенного на валу первого блока.

Введение упомянутых изменений в манипулятор обеспечивает расширение технологических возможностей и улучшение динамических характеристик.

На чертеже схематически изображен предложенный манипулятор.

Манипулятор содержит основание 1 с установленным на ней электродвигателем 2, на валу которого установлено зубчатое колесо 3, связанное с блоком колес 4, 5, установленным с возможностью свободного вращения на стойке-водиле 6. На водиле 6 также с возможностью свободного вращения установлен блок шестерен 7, 8. Шестерня 8 входит в зацепление с шестерней 9, которая жестко связана с шестерней 10. Блок шестерен 9, 10 установлен с возможностью свободного вращения относительно блока шестерен 4, 5. Шестерня 10 входит в зацепление с шестерней 11, установленной на валу 12, жестко связанном с ротором двигателя 13, снабженного муфтой 14, обеспечивающей возможность присоединения ротора двигателя 13 к основанию 1. На водиле 6 установлен двигатель 15, на роторе которого неподвижно насажена шестерня 16, сходящая в зацепление с шестерней 17, установленной с возможностью перемещения относительно водила 6. На шестерне 17 жестко закреплено звено 18, на котором установлен приводной гидроцилиндр 19 на штоке 20 которого жестко установлена механическая рука 21 со схватом, несущая деталь 22.

Манипулятор работает следующим образом.

При включении муфты 14, обеспечивающей жесткое соединение ротора двигателя 13 с основанием 1, шестерня 11 также становится неподвижной относительно станины, при этом двигатель 13 отключен от сети. Включение двигателя 2 обеспечивает передачу вращения на шестерню 3 и от ее на блок шестерен 4, 5, последние установлены с возможностью вращения относительно стойки-водила 6. Вращение от шестерни 5 передается на шестерню 7 блока шестерен 7, 8. При этом блок шестерен 7, 8, совершая вращение вокруг собственной оси враще-

ния со скоростью  $\omega^ч$ , совершает планетарное движение со скоростью  $\omega^л = \omega^н$  вокруг оси симметрии стойки-водила 6 (оси Z). При этом шестерня 8 обегает шестерню 8 блока шестерен 9, 10 в связи с тем, что он неподвижный, т.к. шестерня 10 сцепляется с неподвижной шестерней 11.

В рассмотренном случае стойка водила 6 вращается вокруг оси симметрии (оси Z) со скоростью  $\omega^л = \omega^н$  планетарного движения блока шестерен 7, 8, которое определяется из следующих соотношений.

Передаточное отношение  $i_{57}^н$  в обращенном движении имеет вид

$$i_{57}^н = \frac{\omega_5 - \omega^н}{\omega_7 - \omega^н} = \frac{Z_7}{Z_5} \cdot \frac{Z_9}{Z_8}$$

Из этого уравнения после некоторых преобразований получаем

$$\omega^н = \omega^л = \omega_5 \cdot i_{нч} \quad (1)$$

где  $\omega_4 = \omega_5$ ;  $i_{нч} = \frac{\omega_н}{\omega_4} = \frac{1}{1 - \frac{Z_7 \cdot Z_9}{Z_5 \cdot Z_8}}$ .

Из этого соотношения видно, что угловая скорость стойки-водила 6 может быть весьма малой при большом значении скорости вращения двигателя 2. Это можно объяснить тем, что, например, при подборе чисел зубьев  $Z_7=99$ ,  $Z_9=101$ ,  $Z_5=Z_8=100$  выражение (1) имеет вид

$$i_{нч} = \frac{1}{1 - \frac{99 \cdot 101}{100 \cdot 100}} = 10.000$$

Такая возможность реализации большой редукции с помощью небольшого количества звеньев позволяет снизить материалоемкость манипулятора и тем самым снизить его динамическую нагруженность от сил инерции в процессе разгона (торможения).

Для перемещения детали 22 в пространстве кроме включения двигателя 2 необходима также одновременная работа двигателя 15 и гидроцилиндра 20.

В случае включения муфты 14, обеспечивающей отсоединение ротора двигателя 13 основания 1 и включение его в сеть, вращение от шестерни 11 передается шестерне 10 и шестерне 9, жестко связанной с последней. При этом передаточное отношение в обращенном движении изменяется в связи с двумя угловыми скоростями  $\omega_4 = \omega_5$  и  $\omega_{10} = \omega_9$ .

$$i_{59}^н = \frac{\omega_5 - \omega^н}{\omega_7 - \omega^н} = \frac{Z_7}{Z_5} \cdot \frac{Z_9}{Z_8} \quad (2)$$

$$\omega_7 = \omega_8; i_{98} = \frac{\omega_9}{\omega_8} = -\frac{Z_8}{Z_9} \quad (3)$$

Решение системы уравнений (2)-(3) совместно дает возможность записать уравнение (2) в виде

$$\frac{\omega_5 - \omega_n}{-\omega_8 \frac{Z_8}{Z_9} - \omega_n} = \frac{Z_7 \cdot Z_9}{Z_5 \cdot Z_8} \quad (4)$$

После некоторых преобразований уравнение (4) можно представить в виде

$$\omega^n = \frac{\omega_5 + \omega_8 \frac{Z_7}{Z_5}}{1 - \frac{Z_7 \cdot Z_9}{Z_5 \cdot Z_8}} \quad (5)$$

Выражение (5) указывает на то, что изменением угловой скорости двигателя 13 представляется возможность не только увеличить или уменьшить скорость вращения стойки-водила 6, но и остановить стойку-водило 6 без остановки других подвижных звеньев. Как видно из формулы (6), остановка водила 6 будет при  $\omega^n = 0$ , т.е. при  $\omega_5 = \omega_8 \frac{Z_7}{Z_5}$ . Это говорит о том, что, используя в качестве приводного двигателя 13 двигатель с бесступенчатым регулированием скорости, например, двигатель постоянного тока, представляется возможность изменить закон движения детали 22 вдоль заданной траектории без остановки подвижных звеньев манипулятора, т.е. без отключения двигателей 2, 15 и гидроцилиндра 20.

Предлагаемая конструкция манипулятора обеспечивает необходимые минимальные три подвижности (три обобщенные координаты: поворот стойки-водила 6, поворот звена 18 и поступательное перемещение штока 21) при наличии минимального числа звеньев и большой редукции. Кроме этого, предлагаемая конструкция позволяет плавно, без остановки (отключения) основных приводных двигателей, изменять закон

движения схвата (детали 22) вдоль заданной траектории. Она обеспечивает также и остановку водила-стойки 6. Все это позволяет не только снизить динамическую нагруженность, но и повысить точность позиционирования путем установления обратной связи (коррекции) действительного перемещения схвата или его плавной остановки, тем самым достигается расширение технологических возможностей.

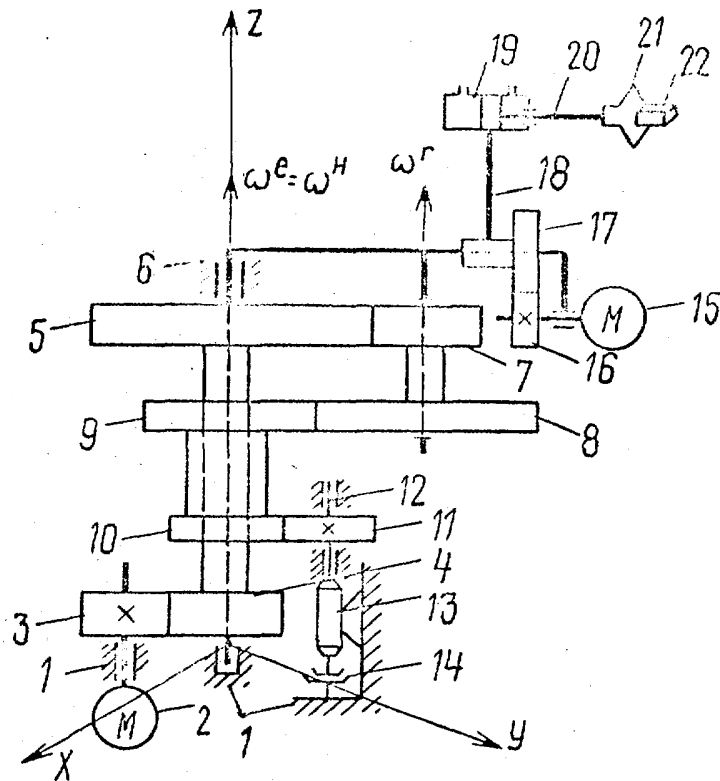
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Манипулятор, содержащий основание, установленную на нем поворотную стойку, несущую механическую руку с приводом ее выдвижения и захватом, а также привод поворота механической руки, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью расширения технологических возможностей и улучшения динамических характеристик, он снабжен приводом наклона механической руки, двигатель которого смонтирован на стойке и кинематически связан с механической рукой, при этом стойка имеет параллельные стержневые элементы, а привод поворота механической руки выполнен в виде основного и дополнительного двигателей, размещенных на основании, и планетарного редуктора, центральные зубчатые колеса которого образуют первый блок зубчатых колес, установленный на одном из стержневых элементов стойки и кинематически связанный с основным двигателем, причем сателлит планетарного редуктора выполнен в виде второго блока зубчатых колес, установленного на другом стержневом элементе стойки, и кинематически связан с дополнительным двигателем посредством дополнительно введенного третьего блока зубчатых колес, размещенного на валу первого блока.

40

45

55



30

35

40

45

50

Редактор Н.Коляда

Составитель А.Черкас  
Техред М.Моргентал

Корректор С.Черни

Заказ 2156

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101